



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 199 55 506 A 1**

21 Aktenzeichen: 199 55 506.0
22 Anmeldetag: 18. 11. 1999
43 Offenlegungstag: 31. 5. 2001

51 Int. Cl. 7:
B 21 D 35/00
B 21 D 26/02
B 21 C 37/06
F 16 S 3/00
F 16 S 5/00
// B21D 39/06

DE 199 55 506 A 1

71 Anmelder:
Alusuisse Technology & Management AG,
Neuhausen am Rheinfall, CH

74 Vertreter:
Hiebsch Peege Behrmann, 78224 Singen

72 Erfinder:
Leppin, Christian, Dipl.-Ing., Schaffhausen, CH;
Gehrig, Markus, Dipl.-Ing., Schaffhausen, CH

56 Entgegenhaltungen:
DE 43 20 237 C1
DE 35 32 499 C1
DE 198 10 196 A1
DE 195 07 611 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zum Umformen eines Ausgangsprofils od. dgl. Werkstückes sowie Profil dafür

57 Bei einem Verfahren zum Umformen eines in einen Profilraum aufweisenden Ausgangsprofils o. dgl. Werkstückes mittels eines in dem abgedichteten Profilraum durch ein strömbares Wirkmedium erzeugten Innenhochdruckes zu einem Endprofil - insbesondere zum Umformen bis zur Anlage des Endprofils an die Wandung eines Formraumes - wird vor dem Umformen durch Innenhochdruck das Ausgangsprofil in Abstand zu seinen freien Enden sowie quer zu seiner Längsachse zu einem Querschnitt mit günstigen Biegeeigenschaften geformt. Während des Biegevorganges wird die Mittellinie des Bauteils ausgeformt sowie durch Innenhochdruck dessen Querschnitt verformt.

DE 199 55 506 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Umformen eines Ausgangsprofils od. dgl. Werkstückes mittels eines in dem abgedichteten Profilraum durch ein strömbares Wirkmedium erzeugten Innenhochdruckes zu einem Endprofil, insbesondere zum Umformen bis zur Anlage des Endprofils an die Wandung eines Formraumes. Zudem erfasst die Erfindung ein Profil mit von wenigstens einer Profilwand begrenztem Profilraum als Ausgangsprofil zur Durchführung dieses Verfahrens.

Beim sog. Innenhochdruck-Umformen (IHU-Verfahren) wird ein Hohlprofil durch Innendruck ausgedehnt. Zusätzlich kann das Hohlprofil mittels wenigstens eines am Werkstück angreifenden Stempels nachgeschoben sowie aufgeweitet, gestaucht bzw. expandiert werden.

Der DE 35 32 499 C1 ist beispielhaft eine Vorrichtung zum hydraulischen Aufweiten eines Rohrabschnitts unter Einsatz einer in das Rohr einführbaren zapfenartigen zylindrischen Sonde, die mittels mindestens zweier im Abstand voneinander befindlicher Dichtringe mit dem aufzuweitenden Rohrabschnitt einen Ringraum bildet, der zum Aufweiten mit Druckmittel gefüllt wird. Vor Beginn des Aufweitungsvorganges werden die beiden Dichtringe zur Abdichtung des Ringspaltes zwischen Sonde und Rohr radial mit Druckmittel beaufschlagt. Die Druckmittelzufuhr zum Ringraum geschieht über zumindest eine Aufnahmenut und wird durch einen als Ventilkörper dienenden Dichtring gesteuert, der eine zwischen Aufnahmenut und Ringraum befindliche Öffnung so lange verschließt, bis er durch elastisches Aufweiten seine Dichtwirkung erreicht hat.

Dieses Innenhochdruck-Umformen oder Hydroformen findet mehr und mehr Eingang als wirtschaftliches Herstellungsverfahren für Karosseriebauteile im Automobilbau. Als Ausgangsmaterial werden dabei vorwiegend Stahlrohre eingesetzt. In letzter Zeit haben sich für IHU-Prozesse als Ausgangsmaterial zum Stahl auch Aluminiumwerkstoffe hinzugesellt. Analog zu Stahl gibt es dabei Herstellungsverfahren, in denen als Ausgangsmaterial Rohre aus Aluminiumblech verwendet werden; alternativ können aber auch Aluminium-Strangpressprofile eingesetzt werden. Diese kommen bei Stahl aus wirtschaftlichen Gründen nicht infrage. Die Verwendung von Strangpressprofilen hat den entscheidenden Vorteil, dass der Gestaltung des Ausgangsprofils nahezu keine Grenzen gesetzt sind.

Beim Biegeumformen metallischer Rohre oder Strangpressprofile wird im allgemeinen versucht, den Biegeprozess derart zu gestalten, dass der Ausgangsquerschnitt des Werkstücks in dem dann gekrümmten Werkstück erhalten bleibt. Faltenbildung am Innenradius bzw. Einfaltungen am Außenradius sind dabei zu verhindern. Es wurden verschiedenartige Techniken entwickelt, um dieses Ziel zu erreichen; beispielhaft seien einige solche Verfahren aufgeführt:

- Streckbiegen;
- Biegen über einen Dorn;
- Warmbiegen.

Auch bei gekrümmten Hydroformbauteilen, zu deren Herstellung ein Biegeprozess vor einem Innenhochdruckumformen vorgesehen ist, werden solche Biegetechniken verwendet.

In Kenntnis dieser Gegebenheiten hat sich der Erfinder ein alternatives Biegeverfahren für Hydroformbauteile zum Ziel gesetzt, bei dem bewußt darauf verzichtet wird, im Biegeumformprozess eine Formgebung oder Formerhaltung anzustreben, die der Kontur des letztendlich zu formenden Querschnitts möglichst nahe kommt.

Zur Lösung dieser Aufgabe führt die Lehre des unabhängigen Anspruches; die Unteransprüche geben günstige Weiterbildungen an. Zudem fallen in den Rahmen der Erfindung alle Kombinationen aus zumindest zwei der in der Beschreibung, der Zeichnung und/oder den Ansprüchen offenbarten Merkmale.

Erfindungsgemäß wird vor dem Umformen durch Innenhochdruck das Ausgangsprofil in Abstand zu seinen freien Enden sowie quer zu seiner Längsachse zu einem Querschnitt mit günstigen Biegeeigenschaften geformt, insbesondere zu einem flachen bzw. etwa ovalen Querschnitt. Dazu hat es sich als günstig erwiesen, das – beispielsweise aus einer Leichtmetalllegierung stranggepreßte oder aus einem Blech gebogene und gefügte – Ausgangsprofil mit dem zu verformenden Bereich einem Werkzeug zuzuordnen und durch dieses querschnittlich zu verformen – zudem soll das Ausgangsprofil nach dem querschnittlichen Verformen um diesen Bereich gebogen werden.

Im Rahmen der Erfindung liegt es, das Ausgangsprofil an einem stehenden Werkzeug zu lagern sowie durch ein translatorisch und rotatorisch bewegbares Gegenwerkzeug sowohl querschnittlich zu verformen als auch zu biegen.

Ein für die erfindungsgemäße Vorgehensweise vorteilhaftes Ausgangsprofil ist von etwa H-förmigem Querschnitt mit zwei etwa parallelen und miteinander verbundenen Kammern. Deren Flankenwände sollen querschnittlich einwärts gebogen sein, wohingegen die innenliegenden Begrenzungen der Kammern durch rinnenartige Einformungen gebildet sind.

Es handelt sich vorliegend um einen kombinierten Biege-IHU-Prozess, für den der Wahl des Ausgangsmaterials prinzipiell keine Grenzen gesetzt sind; bei letzterem kann es sich um Aluminium, Stahl oder andere Metalle handeln, gegebenenfalls auch um nichtmetallische Werkstoffe. Folgende in Kombination mit IHU-Prozessen einsetzbare Biegeverfahrensmethoden können hier unterschieden werden:

- eine ihm vorgeschaltete Deformation zu einem Querschnitt mit günstigen Biegeeigenschaften;
- eine begleitende Umformung zu einem biegegünstigen Querschnitt während des Biegeprozesses;
- eine Gestaltung von biegegünstigen Querschnitten bei Strangpressprofilen – bevorzugt aus einer Aluminiumlegierung – ohne vorgeschalteten oder begleitenden Umformprozess.

Der Erfinder forciert gezielt Einfaltungen beim Biegen oder er drückt das Werkstück flach; gegebenenfalls gestaltet er Strangpressprofile bereits im Ausgangszustand entsprechend als flache Hochkantprofile, um auf diese Weise ein geringes Flächenträgheitsmoment zu erreichen, so dass sich im Biegeumformprozess entsprechend geringe plastische Verzerrungen ergeben. Erst im anschließenden IHU-Prozess wird das Werkstück zur endgültigen Form gestaltet.

In der erfindungsgemäßen Kombination von Biege- und IHU-Prozess gibt es eine deutliche Aufgabentrennung:

- der Biegeprozess dient der Formgebung der Bauteil-Mittellinie,
- der IHU-Prozess dient der Querschnittsformgebung.

Damit soll weniger eine Vereinfachung des technischen Aufwandes beim Biegen erreicht werden als vielmehr vor allem eine Minimierung des Umformgrades. Bei dem erfindungsgemäßen Biegeprozess verringert sich der erreichte Umformgrad erheblich gegenüber einem Biegeprozess nach einem dem Stande der Technik entnommenen Verfahren. Das heißt, mit einer klassischen Biegetechnik, in der man bereits im Biegeprozess bestrebt ist, eine dem gewünschten Endergebnis möglichst nahe Querschnittskontur zu erreichen, lassen sich nur in Ausnahmefällen günstige Ergebnisse in Bezug auf die akkumulierten plastischen Verzerrungen am Ende der gesamten Umformprozessfolge erzielen. Im Gegensatz dazu steht bei der Anwendung der erfindungsgemäßen Biegestrategie durch den geringeren Umformgrad im anschließenden IHU-Prozess ein höheres Restumformvermögen zur Verfügung.

Das erfindungsgemäße Biegeverfahren zur Herstellung von IHU-Bauteilen bietet erhebliche Vorteile.

- Mit dem gleichen Werkstoff können größere Umformungen im IHU-Prozess realisiert werden, d. h. es besteht eine größere Freiheit bei der Gestaltung der Endkontur eines IHU-Bauteils;
- IHU-Bauteile mit weitaus geringeren Biegeradien bei gleichen Querschnittsabmessungen werden möglich.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt in:

Fig. 1: eine Schrägsicht auf ein gekrümmtes Vierkantprofil;

Fig. 2, 3, 4: drei Skizzen zu Schritten eines Biegevorganges sowie

Fig. 5: eine vergrößerte Schrägsicht auf das Produkt des Biegevorganges;

Fig. 6, 7: zwei Skizzen zu einem Berechnungsvorgang;

Fig. 8, 9, 10: jeweils einen Querschnitt durch ein Vorprofil zur Herstellung des Vierkantprofils;

Fig. 11: eine Schrägsicht auf ein Vorprofil mit dem Querschnitt der Fig. 10;

Fig. 12 bis 15: vier Skizzen zum Ablauf der Ausformung des Vierkantprofils.

Aus einem Vierkantrohr 10 der Breite b von 80 mm und der Querschnittshöhe h von 50 mm ist während eines Biegevorganges mit anschließendem IHU-Prozess ein - zueinander rechtwinkelig verlaufende Rohrabschnitte 11_q, 11_t enthaltendes - Winkelstück 11 mit einem inneren Biegeradius R_1 von 200 mm gefertigt worden.

Die Fig. 2 bis 5 verdeutlichen das Biegen eines Rohrprofils 10_a runden Querschnitts zu einem Winkelstück 11_a mit einem Krümmungswinkel q von 90°; im Verlaufe dieses Verfahrens wird jenes Rohrprofil 10_a zwischen zwei rollenartige Werkzeuge 12, 12_r so eingeführt, dass es hier etwas außerhalb seiner Längsmittle einem Werkzeug 12 dieser Werkzeugpaarung tangential anliegt, wonach das andere Werkzeug 12_r als Gegenwerkzeug in Schließrichtung x translatorisch an das Rohrprofil 10_a herangefahren wird. Das bewegbare Werkzeug 12_r beginnt nun in einer Rotationsrichtung y seinen Weg um das stehende Werkzeug 12 und nimmt dabei den in Fig. 2 bis 4 oberen Rohrabschnitt 11_q mit aus der Längsachse A des Rohrprofils 10_a.

Die Darstellung der Fig. 5 läßt erkennen, dass jenes Rohrprofil 10_a während des Biegevorganges im Anlagebereich an das stehende Werkzeug 12 eingedellt worden ist. Dieser verformte Bereich G bestimmt mit den Endkanten 13 des Rohrprofils 10_a bzw. des Winkelstücks 11_a Abstände e , e_1 . Seine vertikale Mittellinie ist mit M bezeichnet.

Dem Herstellungsverfahren lagen - unter Bezugnahme auf Fig. 6, 7 - die nachfolgenden theoretischen Überlegungen zugrunde. Ein Profilabschnitt 14 hat im Ausgangszustand nach Fig. 6 den lokalen Krümmungsradius R_{mA} , und wird so in den Endzustand 14_a nach Fig. 3 gebogen, dass sich in diesem Endzustand der Krümmungsradius R_{mB} einstellt; die beiden Krümmungsradien R_{mA} und R_{mB} beziehen sich jeweils auf die biege-neutrale Faser des Querschnitts. Unter der Annahme, dass beim Biegen keine Querschnittsänderung stattfindet, ergibt sich für die Dehnung ϵ_z an einer beliebigen Stelle im Abstand z von jener neutralen Faser:

$$\epsilon_z = \frac{l_{zB} - l_{zA}}{l_{zA}} = \frac{w_2(R_{mB} + z) - w_1(R_{mA} + z)}{w_1(R_{mA} + z)},$$

hierin sind l_{zA} , l_{zB} die Längen vor und nach dem Biegevorgang, w_1 der Winkel, den der Rohr- bzw. Profilabschnitt 14 vor dem Biegen einschließt sowie w_2 der nach dem Biegen durch den Profilabschnitt 12_a eingeschlossene Winkel.

Bei einer Biegung - ohne eine überlagerte Abstreckung - bleibt die Länge der neutralen Faser konstant:

$$w_2 R_{mB} = w_1 R_{mA}$$

Nach dem Einsetzen und Umformen erhält man

$$(1) \quad \epsilon_z = \frac{z(R_{mA} - R_{mB})}{R_{mA}(R_{mA} + z)} \quad \text{bzw.} \quad \epsilon_z = \frac{z(1 - R_{mB}/R_{mA})}{R_{mB}(1 + z/R_{mA})}$$

für die Dehnungen an einer beliebigen Stelle im Abstand z von der neutralen Faser. Für den Sonderfall eines ungekrümmten Ausgangsmaterials ($R_{mA} = \infty$) ergibt sich

$$(2) \quad \epsilon_z = \frac{z}{R_{mB}}$$

Extreme Werte der Dehnung ϵ_z entstehen für extreme Abstände z zur neutralen Faser. Bei symmetrischen Querschnitten mit einer Breite b ist $z_{\max} = b/2$ und somit

$$(3) \quad \epsilon_z = \frac{b(R_{mA} - R_{mB})}{R_{mB}(2R_{mA} + b)} \quad \text{bzw.} \quad \epsilon_z = \frac{b(1 - R_{mB}/R_{mA})}{R_{mB}(2 + b/R_{mA})}$$

Mit den Gleichungen (1) bis (3) können unter den gegebenen Voraussetzungen die in einem Rohr bzw. Profil 14 auftretenden Dehnungen – einschließlich der maximalen Dehnungen – bei einer Biegeumformung abgeschätzt werden.

Beispielsweise soll ein in Fig. 8 querschnittlich zylindrisch angedeutetes Rohrprofil 15 des Durchmessers d von 80 mm und einer Wanddicke t von 2 mm vor einem IHU-Prozess derart gebogen werden, dass sich ein innerer Biege-
radius R_i von 200 mm ergibt. Bei einem üblichen Biegevorgang kann die maximale Dehnung am Außenradius nach
obenstehender Gleichung (3) abgeschätzt werden. Mit den gegebenen Ausgangsgrößen

$$b = d = 80 \text{ mm}; R_{mA} = \infty; R_{mB} = d/2 + 200 \text{ mm} = 240 \text{ mm}$$

ergibt sich der Wert

$$\epsilon_{\max} = 16,7\%.$$

Um nun die im Biegeprozess auftretenden Maximaldehnungen zu mindern, wird der Rohrquerschnitt vor dem Biege-
prozess so verformt, dass sich näherungsweise ein elliptischer Querschnitt der Höhe i von 112 mm und der Breite n von
48 mm mit den bei M und Q angedeuteten Hauptachsen ergibt. Der Querschnittsumfang des elliptischen Profils 15_a von
hier 251,30 mm bleibt jenem des kreisförmigen Rohres oder Rohrprofils 15 gleich.

Im Scheitel des elliptischen Querschnitts ergibt sich ein Krümmungs- oder Scheitelradius r von 10 mm und – wie ge-
sagt – eine Gesamtbreite n nach dem beschriebenen verformenden Eindellen von nur 48 mm.

Durch dieses Eindellen des Rohrprofils 15 entsteht ein Belastungsmaximum im Scheitel des Querschnitts. Auch hier
können die resultierenden maximalen Dehnungen mittels jener Gleichung (3) abgeschätzt werden; mit

$$b = t = 2 \text{ mm}; R_{iA} = d/2 = 40 \text{ mm}; R_{iB} = r = 10 \text{ mm}$$

erhält man infolge jenes Eindellens des Rohrprofils oder Rohres 15 am Scheitelpunkt des entstehenden Profils 15_a ellip-
tischen Querschnitts eine maximale Umfangsdehnung von $\epsilon_{\max} = 7,3\%$.

Durch die reduzierte Breite von $n = 48$ mm beträgt im anschließenden Biegeprozess die Abstreckung am Außenradius
in Längsrichtung nur noch $\epsilon_{\max} = 10,0\%$. Mit einem Biegeprozess, bei dem der Rohrquerschnitt vorher eindellend ver-
formt wird, kann somit die maximale Dehnung gegenüber üblichen Biegetechniken etwa um die Hälfte reduziert wer-
den.

Da der Einsatz eines Kreisquerschnitts im Biegeprozess also zu einem vergleichsweise hohen Umformgrad führt, ist es
besser, hier einen elliptischen Querschnitt zu wählen, der aber wiederum ungünstig für die Beschickung eines in den Fig.
12 bis 15 bei 30 angedeuteten IHU-Werkzeugs ist; dieses Werkzeug 30 kann dann nämlich nicht geschlossen werden,
ohne dabei das vorgebogene Werkstück oder Profil 14_a zu zerdrücken.

Mit einem optimierten – gemäß Fig. 10 querschnittlich einem "H" ähnlichen – Vorprofil 16 wird beim Biegen der glei-
che Umformgrad erzielt wie mit dem elliptischen Querschnitt. Zudem aber läßt sich das gebogene Werkstück problemlos
in das IHU-Werkzeug 30 einlegen.

Das gestellte oder gefaltete Vorprofil 16 der Höhe i_1 von 50 mm sowie der Breite n_1 von 48 mm ist – wie gesagt – quer-
schnittlich H-förmig mit zwei i. w. parallelen Vertikalkammern 18, deren äußere Flankenwände 20 zur horizontalen
Hauptachse Q einwärts gekrümmt sind. Die inneren Kammerwände 22 sind Abschnitte von sickenartigen Einformungen
24 der Bodenwand 26 und der Firstwand 28 des Vorprofils 16. Der Abstand s der Tiefsten beider Einformungen 24 ent-
spricht etwa einem Sechstel der Profilhöhe i_1 .

Sowohl die Breite n_1 dieses der Fig. 11 in Schrägsicht zu entnehmenden Vorprofils 16 als auch dessen Querschnitts-
umfang entspricht den entsprechenden Maßen des elliptischen Profils 14_a der Fig. 9.

Das auf dem Wege des Strangpressens erzeugte Vorprofil 16 wird gemäß Fig. 12 in das aus Unterwerkzeug oder Sok-
kelteil 30 und Oberwerkzeug oder Deckelteil 36 bestehende Werkzeug 32 eingelegt. Von diesem sind nur die für den
Umformvorgang relevanten Konturen der Werkzeugoberflächen des Unterwerkzeugs 32 mit Bodenwandung 33 und Sei-
tenwandung 34 sowie des Oberwerkzeugs 36 skizziert.

Fig. 13 zeigt den Schritt des Aufweitens des Vorprofils 16 mittels eines in seinen Innenraum 19 einströmenden Druck-
mediums. Im Verlaufe dieses Druckvorganges legt sich das im Werkzeugraum 38 lagernde Vorprofil 16 der Bodenwan-
dung 33 und den Seitenwandungen 34 des Unterwerkzeugs 32 sowie dem Oberwerkzeug 36 innenseitig an. Dabei ist die
Aufweitung der Bodenwand 26 und Firstwand 28 recht gering; das Vorprofil 16 faltet sich durch das in seinen Innenraum
19 einströmende Druckmedium – nahezu einer Ziehharmonika entsprechend – auf und füllt auf diese Weise den Werk-
zeugraum 38 aus. Erst gegen Ende des Auftaltvorganges kommt es bei der Ausformung des Werkzeugraums 38 in den
Wänden 20, 26, 28 des Profils 16 zu Abstreckungen.

Das in beschriebener Weise im Werkzeug 30 erzeugte Vierkantrohr 10 bzw. Winkelstück 11 wird dann aus dem Werk-
zeugraum 38 herausgenommen (Fig. 15).

Patentansprüche

1. Verfahren zum Umformen eines einen Profilraum aufweisenden Ausgangsprofils od. dgl. Werkstückes mittels
eines in dem abgedichteten Profilraum durch ein strömbares Wirkmedium erzeugten Innenhochdruckes zu einem

Endprofil, insbesondere zum Umformen bis zur Anlage des Endprofils an die Wandung eines Formraumes, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor dem Umformen durch Innenhochdruck das Ausgangsprofil (10, 10_a, 15, 16) in Abstand zu seinen freien Enden (13) sowie quer zu seiner Längsachse (A) zu einem Querschnitt mit günstigen Biege-

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass während des Biegevorganges die Mittellinie des Bauteils ausgeformt sowie durch Innenhochdruck dessen Querschnitt verformt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangsprofil (10, 10_a, 15, 16) mit dem zu verformenden Bereich (G) einem Werkzeug (12, 12_r) zugeordnet und durch dieses querschnittlich verformt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangsprofil (10, 10_a, 15, 16) auf dem Wege des Strangpressens geformt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangsprofil (10, 10_a, 15, 16) aus einem Blech gebogen und gefügt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangsprofil (10, 10_a, 15, 16) nach dem querschnittlichen Verformen um diesen Bereich (G) gebogen wird.

7. Verfahren nach Anspruch 3 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangsprofil (10_a) an einem stehenden Werkzeug (12) gelagert sowie durch ein translatorisch (x) und rotatorisch (y) bewegbares Gegenwerkzeug (12_r) sowohl querschnittlich verformt als auch gebogen wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangsprofil (10_a, 15) in einem Bereich (G) zu einem flachen, gegebenenfalls etwa ovalen Querschnitt verformt wird.

9. Profil mit von wenigstens einer Profilwand begrenztem Profilraum als Ausgangsprofil zur Durchführung des Verfahrens nach wenigstens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Profil (16) von etwa H-förmigem Querschnitt ist sowie zumindest zwei etwa parallele und miteinander verbundene Kammern (18) aufweist.

10. Profil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Flankenwände (20) querschnittlich einwärts gebogen sind (Fig. 10).

11. Profil nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die innenliegenden Begrenzungen (22) der Kammern (18) durch rinnenartige Einformungen (24) an den Boden- und Firstflächen (26, 28) gebildet sind.

12. Profil nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass es ein Strangpressprofil oder ein aus Blech hergestelltes Profil (16) ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

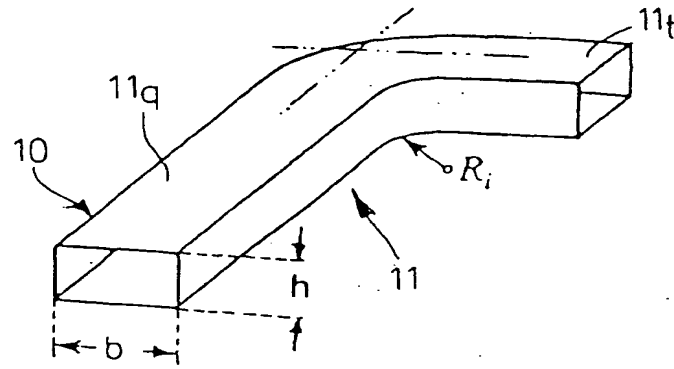


Fig. 1

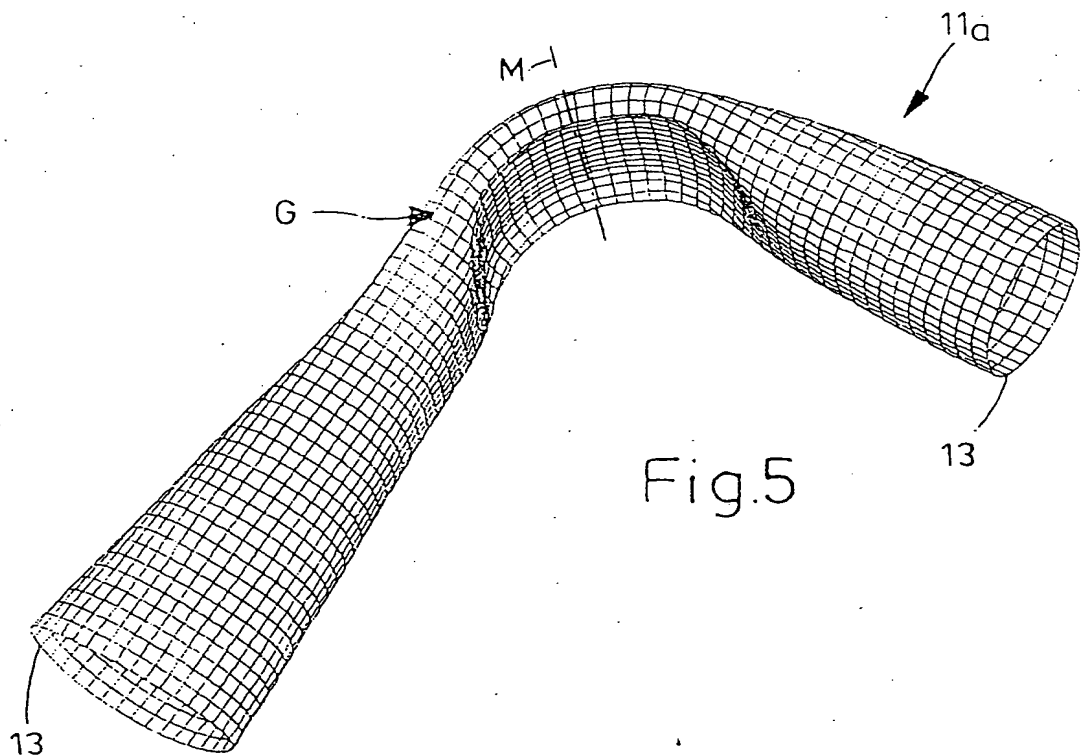
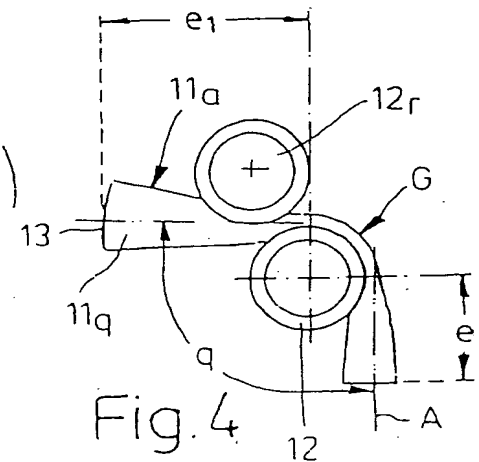
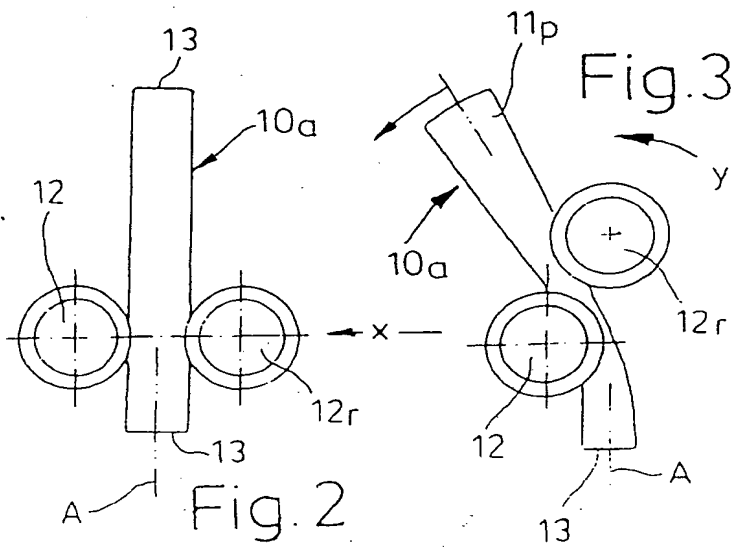


Fig. 5

